

Parque automovilístico: fuente de contaminación atmosférica

Automobile Park: source of air pollution

Autores

Lizangela Aurelia Hinojosa Yzarra 

Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Perú

Alberto Vergara Ames 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Raúl Gómez Ccora 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Edgar Quijada Gamarra 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Julio Vargas Charapaqui 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Faviola Llacchua Quino 

Universidad Nacional José María Arguedas, Perú

<https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v3i3.63>

Fecha de aceptación: 2023/09/18

Fecha de envío: 2023/06/21

RESUMEN

El aire que respiramos se contamina con componentes físicos y químicos como consecuencia del parque automovilístico es un problema que perjudica gravemente la calidad de vida de los residentes urbanos. El objetivo es evidenciar el impacto del parque automovilístico en la polución del aire y en la salud de la población urbana. La presente revisión bibliográfica se centró en el tema de la contaminación ambiental para la búsqueda de información científica, tanto en su fase heurística como hermenéutica, recopilando información de revistas científicas, basándose en técnicas de recogida de datos online. Entre los contaminantes atmosféricos emitidos por los vehículos de motor, las partículas con un calibre inferior o igual a 10 micras se identifican como PM-10 y las partículas con un calibre inferior o igual a 2,5 micras se identifican como PM 2,5. La reducción de 50 ppm en el contenido de azufre del combustible y la introducción de combustibles más limpios como el gas natural comprimido o el gas licuado de petróleo, ha conllevado a una reducción significativa de los valores de dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de azufre, manteniéndose por debajo de los límites máximos permitidos. Se concluye que cerca del 90% de la polución del aire es debida a los vehículos de motor.

Palabras clave: *Polución del aire, flota de vehículos, partículas atmosféricas, calidad de vida.*

ABSTRACT

The air we breathe is polluted with physical and chemical components as a consequence of the car fleet, a problem that seriously impairs the quality of life of urban residents. The objective is to demonstrate the impact of the car fleet on air pollution and the health of the urban population. The present literature review focused on the topic of air pollution for the search of scientific information, both in its heuristic and hermeneutic phase, collecting information from scientific journals, based on online data collection techniques. Among the air pollutants emitted by motor vehicles, particles with a calibre less than or equal to 10 microns are identified as PM-10 and particles with a calibre less than or equal to 2.5 microns are identified as PM 2.5. The reduction of 50 ppm in the sulphur content of fuel and the introduction of cleaner fuels such as compressed natural gas or liquefied petroleum gas has led to a significant reduction in the values of carbon dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide and sulphur dioxide, while remaining below the maximum permissible limits. It is concluded that about 90% of air pollution is due to motor vehicles.

Keywords: *Air pollution, vehicle fleet, atmospheric particulate matter, quality of life.*

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica física y química producida por el gran número de vehículos en las ciudades se ha convertido en un problema preocupante debido al deterioro ambiental global y sus graves consecuencias en la salud humana, además de ser una de las causas del efecto invernadero presente actualmente en nuestro planeta (Antonini, 2022; Hidrovo et al., 2016); además, el mal mantenimiento del parque vehicular, la falta de mantenimiento y controles técnicos en los vehículos agravan el problema de la contaminación atmosférica (Miranda y Espinoza, 2021).

El ser humano necesita aire limpio para sobrevivir, y para garantizarlo es necesario conocer las características del aire y los contaminantes que están presentes en él, y sobre todo en qué cantidad, ya que uno de los mayores problemas de la humanidad es la contaminación ambiental, especialmente la atmosférica (Tavera, 2019), causada principalmente por el ser humano, por lo que las emisiones de los vehículos son un gran problema en las principales ciudades del mundo no sólo por los daños que causan a la salud, sino también por los efectos que tienen en el medio ambiente (Méndez, 2017).

La contaminación del aire por flotas de vehículos en zonas urbanas es un problema potencial en Perú (Gómez, 2022). En una flota de vehículos se revelan emisiones no permitidas por las normas internacionales, las cuales están influenciadas por la flota, el tiempo de permanencia de la unidad móvil que excede el tiempo permitido por el itinerario

(motor encendido por tráfico, recojo de pasajeros, entre otros), el incremento de unidades móviles, la antigüedad de la flota y los combustibles modificados, los cuales emiten cantidades significativas de smog (Morrone, 2022; Pérez, 2021), motivo por el cual el presente estudio pretende demostrar el impacto medioambiental del parque automovilístico en la salud de la vida humana.

1. Contaminación física del aire

1.1 Contaminación atmosférica: Implica la presencia de olores desagradables provenientes de sustancias tóxicas en el aire en cantidades lo suficientemente abundantes como para tener efectos nocivos en la ecología, representando un alto riesgo para la salud humana, por lo que estos gases deben ser tratados antes de ser emitidos a la atmósfera con el fin de reducir las molestias ocasionadas a los seres humanos, provocando accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y neumopatías crónicas y agudas (Tijero, 2022). La contaminación atmosférica se convierte en un problema que corre silenciosamente, provocando la vulneración de la vida y la salud de las personas, por la presencia de sustancias tóxicas en la atmósfera que causan daños a las especies humanas, animales y vegetales (Salazar, 2022).

La contaminación no es un problema, sino un conjunto de problemas interconectados, con diferentes efectos, que varían en función del tiempo de exposición al aire contaminado, lo que determina su efecto nocivo, por lo que cuando hablamos de agentes o materiales contaminantes, tenemos que mencionar la cantidad y el tiempo para evaluar sus

efectos; asimismo, la contaminación se propaga o dispersa debido a la circulación de las masas de aire, que son transportadas por los vientos a grandes distancias (Cimino, 2019; Chulde, 2019).

La contaminación ambiental se produce cuando los ecosistemas terrestres se alteran o desequilibran por diversas razones físicas o químicas (Zambrano et al., 2022). La contaminación en todas sus formas es preocupante, especialmente cuando alcanza niveles elevados en la atmósfera, lagos, ríos u océanos, ciudades o terrenos agrícolas, entre los que sin duda es muy importante la contaminación atmosférica, ya que el ser humano necesita aire limpio para sobrevivir (Félix et al., 2020).

1.2 Efectos de la contaminación del aire: El problema de la contaminación del aire tiene implicancias negativas en la salud humana, el medio ambiente y una variedad de infraestructuras, y es que la tecnología moderna ha provocado la polución del aire, con la composición química, el tamaño y el modo de descarga en ambientes interiores o exteriores. Las fuentes industriales, comerciales, móviles, urbanas, regionales, agrícolas y naturales de contaminantes interiores incluyen la cocina y la combustión, la emisión de partículas, los materiales utilizados para los recursos, los artículos de consumo, el tabaquismo, la calefacción y los compuestos orgánicos que tienen un impacto en el cuerpo humano, generando trastornos respiratorios, pulmonares, cardiovasculares, el mal funcionamiento del sistema nervioso central y las afecciones de la piel, pudiendo manifestarse en ámbitos urbanos, regionales, continentales y globales; algunos de los contaminantes se eliminan de la atmósfera mediante procesos naturales (Singh, A. y Singh, K. 2022; Martínez, 2021).

1.2.1 En la salud humana:

- Monóxido de carbono. El monóxido de carbono es absorbido rápidamente por los pulmones (Quarantiello et al., 2019) y transportado a la sangre, donde se combina con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina (COHB), perjudicando la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, dificultando la oxigenación de los tejidos, que es el efecto más letal, poniendo en riesgo órganos que requieren un mayor aporte de oxígeno, como el corazón y el sistema nervioso central. Mareos, dolores de cabeza y síntomas cardiovasculares son

síntomas típicos de la intoxicación por monóxido de carbono (CO) en niveles superiores al 30%, mientras que en niveles superiores al 40% existe un riesgo importante de coma y muerte (Rodríguez, 2022). Los óxidos de carbono son compuestos formados por átomos de oxígeno y carbono, entre ellos el CO y el dióxido de carbono, que son peligrosos para la salud y se producen por erupciones volcánicas, reacciones del metano, descomposición de la clorofila, incendios forestales y tráfico de vehículos (Dall'Orto, 2021; Canales, 2019).

- Dióxido de nitrógeno (NO₂). Ingresa al cuerpo principalmente por inhalación, se absorbe en todos los niveles del tracto respiratorio, entre un 85 a 90% durante la respiración forzada, pero la mayor dosis se absorbe en la zona de transición de los pulmones, es decir, la unión entre las vías respiratorias (alveoladas) y de conducción (Rom, 1992 citado por Díaz, 2021).

Este gas tiene efectos nocivos para la salud, ya que dañan los pulmones y otras partes del sistema respiratorio, irritan los ojos, irritan la piel y destruyen el esmalte dental (Adame, 2016).

- Material particulado (MP). Presente principalmente en el tráfico vehicular de las zonas urbanas, que se consideran las principales fuentes de generación de contaminantes atmosféricos (García, 2021), sobre todo de partículas, causando impactos negativos en los sistemas respiratorio y cardiovascular en todo el mundo, cuya vulnerabilidad varía en función del estado de salud o la edad. Puede causar neuroinflamación al dañar la barrera hematoencefálica, una fina y delicada membrana que protege al cerebro de sustancias tóxicas (UNICEF, 2017).

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), que causan cáncer y que también están presentes en el humo del cigarrillo y en el hollín de las chimeneas, y son absorbidos por los pulmones (Céspedes y Robalino, 2018).

1.2.2 Sobre el patrimonio:

Otro de los daños más graves causados por la contaminación atmosférica es el causado a los monumentos históricos, especialmente por la lluvia ácida que corroe estatuas y monumentos en las ciudades (Casti, 2016).

1.3 Fuentes de contaminación atmosférica

Existen fuentes naturales y fuentes artificiales (zonas urbanas).

Fuentes naturales. Las erupciones volcánicas emiten partículas y gases, como sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre y metano, que dañan el medio ambiente al alcanzar grandes distancias y permanecer en la atmósfera durante mucho tiempo. Los incendios forestales se constituyen en un creciente problema de la salud pública en el mundo, sobre todo para la población más vulnerable (ancianos, embarazadas, niños y portadores de enfermedades cardiovasculares o respiratorias crónicas) expuesta al humo y a otros contaminantes aéreos (Sandoval et al., 2019).

Fuentes antropogénicas. Se agrupan en fuentes móviles y fuentes estacionarias; las fuentes móviles incluyen todo el parque automotor; las fuentes estacionarias incluyen las industrias procesadoras comerciales y domésticas, las centrales eléctricas y las refinerías. Entre las principales fuentes de contaminación antropogénica del aire están las plantas de calefacción, las centrales térmicas, las incineradoras de residuos, la industria química, el transporte, la minería a cielo abierto y la generación de energía nuclear (Sanmi, 2018).

2. Contaminación química del aire

Un parque automovilístico está formado por todos los tipos de vehículos que circulan por las carreteras junto con la contaminación que traen consigo, aunque hoy en día existen mejoras en los sistemas operativos, así como reglamentos y normas para mitigar los daños medioambientales.

Teóricamente, cuando la gasolina se enciende, genera una combustión perfecta, produciendo únicamente calor, agua y dióxido de carbono; sin embargo, los motores diésel

no son perfectos, sus gases de escape contienen una variedad de subproductos, como óxidos de nitrógeno, CO venenoso, y los hidrocarburos no quemados forman parte de los gases de escape nocivos (Pérez, 2018; Correa et al., 2017).

"El parque automotor peruano tiene en promedio 17 años en actividad, debido principalmente a la importación de autos usados, vigente en el país desde 1992. La importación de autos usados ha dado lugar a un 'transporte urbano quemado', en el que pululan autos, taxis y mototaxis (Méndez 2017, p.53).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se abocó a una revisión minuciosa del estado de arte, tanto en su fase heurística como hermenéutica, sobre reportes científicos relacionados con el tema, recurriendo desde luego a las más conocidas bases de datos en Perú como Latindex, SciELO y Scopus, recurriendo a las palabras clave "Polución del aire", "flota de vehículos", "partículas atmosféricas", "calidad de vida", dentro de revistas científicas como Investigación andina, DELOS, Salud pública de México, Revista caribeña de ciencias sociales, Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias, Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment, entre otras, así como también una búsqueda exhaustiva de disertaciones relacionadas con el tema, en repositorios universitarios como los de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Universidad De Huánuco, Universidad Cesar Vallejo, entre otros.

RESULTADOS

La gasolina se compone principalmente de alcanos de cadena, cicloalcanos, olefinas e hidrocarburos aromáticos, se usa ampliamente en los campos aeroespacial, de transporte, medicinal, de materiales y otros. Como parte esencial para el desarrollo de la sociedad, el consumo de combustible del transporte comprende el 20% del consumo energético mundial. En la actualidad, para el estudio de la gasolina y sus combustibles sustitutos, los académicos se han comprometido a mezclar más componentes para acercar el rendimiento de combustión de los combustibles sustitutos al de la gasolina real. Hasta el día de hoy, se han llevado a cabo una gran cantidad de experimentos y estudios de simulaciones numéricas sobre las características de combustión de componentes importantes de la gasolina, como la velocidad de combustión laminar, la generación de hollín y el retardo de ignición.

La gasolina, derivado del petróleo crudo, se utiliza generalmente en motores de combustión interna. La estructura elemental aproximada de un petróleo crudo consiste en un 84% de carbono, un 14% de hidrógeno, un 1-3% de azufre y menos de un 1% de nitrógeno, átomos de oxígeno, metales y sales. El petróleo crudo

está formado por una amplia gama de compuestos de hidrocarburos: alcanos, alquenos, naftenos y aromáticos. Se trata de estructuras moleculares muy pequeñas, como el propano (C₃H₈) y el butano (C₄H₁₀), pero también pueden estar compuestos por mezclas de varias estructuras con moléculas muy grandes, como los aceites pesados y el asfalto; por lo tanto, el petróleo crudo necesita ser destilado para utilizarse en motores de combustión interna.

DISCUSIÓN

El incremento del parque automotor es inadecuado, coinciden Chuquija (2021) y Bosotti (2021) quienes afirman que la contaminación ambiental producida por el parque automotor pequeño de la categoría L5 en la ciudad de Juliaca, "por sus graves consecuencias y su impacto en el ser humano", se ha convertido en un problema preocupante, es decir porque existe un gran número de vehículos en la ciudad.

De acuerdo a Qian et al. (2019), las partículas que tienen menos de 50 nm de diámetro se conocen como modo de nucleación (NM) y suelen ser hidrocarburos o sulfatos que se forman por nucleación durante la dilución y el enfriamiento del escape; mientras que, las que tienen entre 50 nm y 1000 nm de diámetro se denominan modo de acumulación (AM), y son principalmente aglomerados de hollín carbonoso que se forman directamente por la combustión de regiones ricas en combustible, aseverando que existen tres tipos de distribución del tamaño de partículas (PSD), unimodal con NA o AM, y bimodal con NA y MA, que dependen de la estrategia de suministro de combustible, el modo de combustión del motor, las condiciones de operación, entre otros, tomando en consideración a García (2021) quien afirma que la contaminación atmosférica por MP se está convirtiendo en un factor de riesgo para la salud humana. La mayoría de los vehículos son de segunda mano, lo que provoca un aumento de la polución atmosférica, ya que los coches usados requieren más potencia de motor y producen más CO ante la escasez y/o ausencia de combustibles alternativos, y como afirma Correa et al., (2017) "se debería incentivar a los distribuidores de combustible para que mejoren la calidad de sus productos con aditivos o mejorando el diésel con un sistema de ultrafiltración".

CONCLUSIONES

Aunque la mayoría de las normativas se han centrado en la antigüedad de los coches, es también importante considerar el kilometraje de los vehículos, ya que es una variable importante y estructurante de las emisiones contaminantes de los vehículos, por lo que debe tener en cuenta en cualquier reglamento o norma.

El aumento de las actividades comerciales y económicas, como la construcción de nuevos centros comerciales, que se han convertido en polos de atracción (flujos migratorios) debido al crecimiento de la población, el aumento del transporte vehicular, la educación, la asistencia sanitaria, provocan problemas persistentes de congestión vehicular y agravan el público urbano.

El monóxido de carbono inhalado puede combinarse con la hemoglobina sanguínea y reducir la capacidad de transporte de oxígeno al cuerpo humano, y la exposición a largo plazo provoca cardiopatías, edemas, congestión pulmonar grave y náuseas, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Antonini, D. (2022). L'effetto serra alla scuola elementare [Tesi di bachelor, Scuola universitaria professionale della Svizzera, Manno, Suiza]. <https://n9.cl/itvhd>
2. Bosotti, F. (2021). C-ITS e trasporto di merci pericolose su strada: possibili ambiti di applicazione [Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile, Scuola di Ingegneria Civile Ambientale e Territoriale, Milano, Italia]. <https://n9.cl/vycf4>
3. Casti, M. (2016). Cristallizzazione del solfato di sodio in calcari biomicritici: l'uso di inibitori per la mitigazione del degrado [Tesi di dottorato di ricerca tecnologie per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, Università degli Studi di Cagliari, Italia]. <https://iris.unica.it/handle/11584/266702>
4. Canales, G. (2019). Monitoreo y evaluación de los gases monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrogeno sulfurado (H₂S) presentes en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa [Tesis de maestro en ciencias, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú]. <https://n9.cl/0fuaj>

5. Cépeda, M. y Robalino, A. (2018). Determinación de niveles de CO de ladrilleras y su posible afectación a la formación de carboxihemoglobina en el cantón Chambo [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador]. <https://n9.cl/pk9kr>
6. Chulde, D. (2019). Evaluación de la contaminación del aire causada por las emisiones de gases producida por la circulación vehicular, en la ciudad de San Gabriel, provincia del Carchi [Tesis de ingeniero en ciencias ambientales y eco desarrollo, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://n9.cl/gf9de>
7. Chuquiya, I. (2021). Contaminación del aire producido por el parque automotor de vehículos menores de la categoría L5 y su incidencia en el impacto vial en la ciudad de Juliaca. *Investigación andina*, 21(1), 1-10. <https://n9.cl/43xo2>
8. Cimino, F. (2019). Analisi e sviluppo di metodologie per la riduzione dell'inquinamento atmosferico da trasporto aereo e marittimo [Tesi di laurea magistrale in Ingegneria Civile, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia]. <https://n9.cl/zbpy1>
9. Correa, H., Agosto, J. y Crespo, P. (2017). Bases para inventario de emisiones del parque automotor en la ciudad de Guayaquil. Caso de estudio. *DELOS*, 10 (28), 1-18. <https://n9.cl/ra47b>
10. Dall'Orto (2021). Percepción de la contaminación atmosférica por los oficiales a bordo de la flota mercante peruana, Callao-2020 [Tesis de Ingeniero de navegación y marina mercante, Universidad Marítima del Perú, Callao, Perú]. <https://n9.cl/to1yi>
11. Díaz, O. (2021). Impacto de la contaminación producto del tráfico vehicular sobre los niveles de carboxihemoglobina y la respuesta respiratoria en ciclistas urbanos de la Universidad Nacional de Colombia—sede Bogotá [Tesis de magister en toxicología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia]. <https://n9.cl/d9azq>
12. Félix, E., Astrid, M., Hurtado, M., Texcalac, J. y Riojas, H. (2020). Revisión rápida: contaminación del aire y morbimortalidad por Covid-19. *Salud pública de México*, 62, (5), 582-589. <https://doi.org/10.21149/11481>
13. García, J. (2021). Variabilidad temporal de los contaminantes del aire PM10 y PM2.5 en el corredor vial Cajicá-Zipacquirá, Cundinamarca [Tesis de ingeniera ambiental, Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Colombia]. <https://n9.cl/gdw2qw>
14. Gómez, H. (2022). Mejoramiento de la adaptación de medio de transporte vehicular en la zona de la costa: ventajas y desventajas, Perú, 2022 [Tesis de ingeniero mecánico, Universidad Autónoma San Francisco, Arequipa, Perú]. <https://n9.cl/j6b5d>
15. Hidrovo, D., Meza, E. y Romero, F. (2016). Impacto ambiental del parque automotor del cantón Quevedo. *Revista caribeña de ciencias sociales*. <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/10/automotor.html>
16. Martínez, D. (2021). Efectos de la contaminación del transporte minero en la salud de la población en el Distrito de Tinyahuarco, Región Pasco, 2019 [Tesis de Maestro en Gestión del Sistema Ambiental, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <https://n9.cl/bretu>
17. Méndez, J. (2017). Parque automotor y contaminación ambiental en el Centro Histórico de Lima [Tesis de licenciado en antropología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú]. <https://n9.cl/pxgjq>
18. Miranda, G y Espinoza, J. (2021). Implementación de un filtro de escape y su impacto en la disminución de material particulado emanado por los vehículos menores en el distrito de Ica - Ica, 2021 [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú]. <https://n9.cl/ifwjip>
19. Morrone, G. (2022). Valutazione dell'impatto della composizione del parco veicolare sulle emissioni inquinanti mediante microsimulazione: un caso studio [Tesi di Laurea in Ingegneria Civile, Università degli studi di padova, Italia]. <https://n9.cl/rmci6>
20. Pérez, A. (2021). Evaluación de la concentración de dióxido de carbono (CO2)

- en el aire generada por el parque automotor en el cruce del jirón dos de mayo y libertad en la ciudad de Huánuco-2020 [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad De Huánuco, Huánuco, Perú]. <https://n9.cl/vtrj4>
21. Pérez, D. (2018). Estudio De Emisiones Contaminantes Utilizando Combustibles Locales. *INNOVA Research Journal*, 2, 23-34
 22. Qian, Y., Long, Z, Yu, L., Wang, X. y Lu, X. (2019). Review of the state-of-the-art of particulate matter emissions from modern gasoline fueled engines. *Applied Energy*. 238, 1269-1298. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.179>
 23. Quarantiello, F., Gallicola, F. y Timpone, L. (2019). Intossicazione da monossido di carbonio. *Medico e Bambino* 2, 1-8. <https://n9.cl/jqcuf>
 24. Rodríguez, A. (2022). Identificación de las fuentes de contaminantes criterio en el aire, que afectan la salud de la población en la zona urbana de Arequipa, 2021 [Tesis de biólogo, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú]. <https://n9.cl/58ifv>
 25. Salazar, O. (2022). Parámetros de actividad vehicular de camiones de carga y su aplicación en la generación de inventarios de emisiones contaminantes [Tesis de maestro en ingeniería de vías terrestres y movilidad, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México]. <https://n9.cl/o76fj>
 26. Sandoval, B., Reyes, T. y Oyarzún, M. (2019). Mecanismos de los efectos nocivos para la salud de la contaminación atmosférica proveniente de incendios forestales. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 35, 49-57. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482019000100049>
 27. Sanmi, A. (2018). Effect of air pollution on rain water: A case study of Ado-Ekiti, Nigeria. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 5 (8), 19-24. <https://doi.org/10.22161/ijaers.5.8.3>
 28. Singh, A., y Singh, K. (2022). An Overview of the Environmental and Health Consequences of Air Pollution. *Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment*, 13(3), 231-237. <https://doi.org/10.5829/ijee.2022.13.03.03>
 29. Tavera, T. (2019). Evaluación de filtros nasales para retención de partículas suspendidas totales, mediante un simulador, en una localidad de Bogotá [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia]. <https://n9.cl/7lima>
 30. Tijero, B. (2022). Tratamiento químico de los efluentes gaseosos (Sulfuro de Hidrógeno y Trimetilamina) de las plantas pesqueras y la reducción de su impacto ambiental en la ciudad de Pisco 2017 [Tesis de maestro en procesos químicos y ambientales, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú]. <https://n9.cl/h5n67>
 31. UNICEF. (2017). Danger in the air: How air pollution can affect brain development in young children. Division of Data, Research and Policy.
 32. Zambrano, C., La Torre, G. y Carrillo, B. (2022). Materiales Poliméricos y el impacto ambiental: Una revisión. *Polo del Conocimiento*, 7 (6), 596-614. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i6.409>